

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η επίδραση αυξανόμενων διαιτητικών επιπέδων πρωτεΐνης στη χημική
σύσταση της σάρκας του εδώδιμου σαλγκαριού *Helix aspersa*»**

Χαραλαμπάκη Μαρία

ΒΟΛΟΣ 2011

**«Η επίδραση αυξανόμενων διαιτητικών επιπέδων πρωτεΐνης στη χημική σύσταση της
σάρκας του εδώδιμου σαλιγκαριού *Helix aspersa*»**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή :

- 1) Ιωάννης Καραπαναγιωτίδης**, Λέκτορας, Διατροφή Υδρόβιων Ζωικών Οργανισμών, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπων***,
- 2) Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογία – Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***,
- 3) Μαριάνθη Χατζηιωάννου**, Λέκτορας υπό διορισμό, Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

Στην οικογένεια μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, Λέκτορα κ. Ιωάννη Καραπαναγιωτίδη για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους Χρήστο Νεοφύτου, καθηγητή και Μαριάνθη Χατζιωάννου, εκλεγμένη και υπό διορισμό Λέκτορα, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου και την καλύτερή μου φίλη για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πρωτεΐνη αποτελεί το κυριότερο θρεπτικό συστατικό για τη σωματική ανάπτυξη των ζωικών οργανισμών. Ωστόσο, η πέψη και ο μεταβολισμός των πρωτεϊνών δεν είναι πλήρως μελετημένος στα σαλιγκάρια. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης αυξανόμενων διαιτητικών επιπέδων πρωτεΐνης στη χημική σύσταση του σαλιγκαριού *Helix aspersa*. Οι γνώσεις αυτές θα δια φωτίσουν μέρος του μεταβολισμού των πρωτεϊνών στα γαστερόποδα και συγκεκριμένα θα δώσουν πληροφορίες σχετικά με τη μεταφορά και αποθήκευση της πρωτεΐνης της τροφής στο σώμα. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν χημικές αναλύσεις μέτρησης της περιεκτικότητας σε υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικές λιπαρές ουσίες και τέφρα σε δείγματα σαλιγκαριών που ανήκαν σε δύο στάδια ανάπτυξης (ηλικίας 12-17 ημερών και 75 ημερών, αντίστοιχα) και που πρωτίστως είχαν διατραφεί με ισοενεργειακά σιτηρέσια που διέφεραν ως προς το επίπεδο της χορηγούμενης πρωτεΐνης. Συγκεκριμένα, τα σαλιγκάρια διατράφηκαν με πρωτεϊνικά επίπεδα της τάξης του 10%, 13%, 16% και 19% επί του σιτηρεσίου. Στο πρώτο διατροφικό πείραμα ο αριθμός των σαλιγκαριών ήταν 180, η ηλικία τους 12-17 ημέρες και το μέσο σωματικό βάρος $0,20 \pm 0,01$ g. Τοποθετήθηκαν ανά 15 ζώα σε πλαστικούς κλωβούς χωρητικότητας 9l ο καθένας και χωρίστηκαν σε τέσσερις πειραματικές σειρές με τρεις επαναλήψεις για κάθε διατροφική ομάδα. Η κάθε ομάδα διατρεφόταν με ένα από τα τέσσερα διαφορετικά σιτηρέσια. Η συχνότητα σίτισης γινόταν δύο φορές την εβδομάδα σε επίπεδο κορεσμού και η συνολική διάρκεια του πειράματος ήταν 49 ημέρες. Στο δεύτερο διατροφικό πείραμα χρησιμοποιήθηκε ένας συνολικός αριθμός 120 σαλιγκαριών, ηλικίας 75 ημερών και μέσου σωματικού βάρους $2,13 \pm 0,01$ g που τοποθετήθηκαν ανά 10 ζώα σε πλαστικούς κλωβούς (χωρητικότητας 9l ο καθένας) ενώ χωρίστηκαν σε τέσσερις πειραματικές σειρές με τρεις επαναλήψεις για κάθε διατροφική ομάδα. Η κάθε ομάδα διατρεφόταν με ένα από τα τέσσερα διαφορετικά σιτηρέσια που περιγράφηκαν παραπάνω. Η συχνότητα σίτισης γινόταν δύο φορές την εβδομάδα σε επίπεδο κορεσμού και η συνολική διάρκεια του πειράματος ήταν 27 ημέρες. Στο τέλος των διατροφικών πειραμάτων, τα σαλιγκάρια αποκελφώθηκαν και τα σώματά τους τοποθετήθηκαν σε αεροστεγείς πλαστικές

σακούλες και καταψύχθηκαν στους -20°C. Για τις χημικές αναλύσεις της θρεπτικής σύστασης των σωμάτων των σαλιγκαριών, εξαιτίας της μικρής διαθέσιμης ποσότητας του ιστού από κάθε σαλιγκάρι, τα σώματα ομαδοποιήθηκαν και ομογενοποιήθηκαν ανά κλωβό και χρησιμοποιήθηκαν τρία δείγματα ανά ομογενοποιημένο δείγμα / εννέα δείγματα από κάθε διατροφική ομάδα. Στα δείγματα μετρήθηκαν οι περιεκτικότητες σε υγρασία (%), σε ολικές αζωτούχες ενώσεις (πρωτεΐνες %), σε ολικές λιπαρές ουσίες (%), σε τέφρα (%), ενώ εκτιμήθηκε και η περιεκτικότητά τους σε υδατάνθρακες (%). Ανεξαρτήτως σιτηρεσίου, τα μεγαλύτερα σε μέγεθος σαλιγκάρια, περιείχαν στη σάρκα τους υψηλότερα ποσοστά ξηρής ουσίας (27,1-29,1%), πρωτεΐνης (69,5-77,5%), και μικρότερα ποσοστά λίπους (2,2-2,9%), τέφρας (9,7-10,4%) και υδατανθράκων (10,5-16,9%) σχετικά με τα μικρότερα σε μέγεθος άτομα, τα οποία περιείχαν 22,9-27,5% ξηρή ουσία, 55,1-64,8% πρωτεΐνες, 6,0-6,9% λίπη, 21,9-24,6% τέφρα και 14-27% υδατάνθρακες, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα των δύο διατροφικών πειραμάτων έδειξαν πως η αύξηση του διαιτητικού επιπέδου πρωτεΐνης οδηγεί σε αύξηση του βάρους του σώματος των σαλιγκαριών.

Λέξεις – κλειδιά

Helix aspersa, διατροφή, πρωτεΐνες, χημική σύσταση, ξηρή ουσία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Γενικά.....	1
1.2. Συστηματική ταξινόμηση των εδώδιμων σαλιγκαριών.....	2
1.3. Γεωγραφική εξάπλωση του είδους <i>Helix aspersa</i>	3
1.4. Εξωτερική μορφολογία του σαλιγκαριού	4
1.5. Φυσιολογία του είδους <i>Helix aspersa</i>	5
1.5.1. Αναπνοή.....	5
1.5.2. Κυκλοφορικό σύστημα.....	5
1.5.3. Νευρικό σύστημα και αισθήσεις.....	6
1.5.4. Πεπτικό σύστημα – Διατροφή.....	6
1.5.5. Γεννητικό σύστημα – Αναπαραγωγή.....	7
1.6. Χημική σύσταση του είδους <i>Helix aspersa</i>	8
1.7. Σκοπός της διπλωματικής εργασίας.....	11
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	12
2.1. Πειραματόζωα διατροφικού πειράματος I.....	12
2.2. Πειραματόζωα διατροφικού πειράματος II.....	14
2.3. Χημικές αναλύσεις σιτηρεσίων και σώματος σαλιγκαριών.....	15
2.3.1. Προσδιορισμός ξηρής ουσίας.....	15
2.3.2. Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών.....	16
2.3.3. Προσδιορισμός ολικών λιπαρών ουσιών.....	18
2.3.4. Προσδιορισμός τέφρας.....	18
2.4. Στατιστική ανάλυση.....	19

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	20
3.1. Περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία.....	20
3.2. Περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ενώσεις.....	23
3.3. Περιεκτικότητα σε ολικά λιπίδια.....	27
3.4. Περιεκτικότητα σε τέφρα.....	31
3.5. Περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες.....	35
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	39
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	40
6. ABSTRACT	44

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά

Τα σαλιγκάρια δεν αποτελούν ένα νέο τρόφιμο στο διαιτολόγιο του ανθρώπου, μιας και η κατανάλωσή τους ήταν γνωστή από την αρχαιότητα (Ελευθερουδάκης, 1927). Έχει διαπιστωθεί ότι τα μαλάκια αποτέλεσαν σημαντικό διατροφικό παράγοντα του ανθρώπου από τη λίθινη κιόλας εποχή (Χατζιωάννου 2007). Σύγχρονα αρχαιολογικά ευρήματα αποδεικνύουν τη χρησιμοποίηση των μαλακίων από τον νεολιθικό άνθρωπο ως τροφή, ως δόλωμα, ως κόσμημα και εργαλείο (Χατζιωάννου 2007). Κατά τον Πλίνιο (Ελευθερουδάκης 1927), με σαλιγκάρια παρασκευάζονταν τα πιο περιζήτητα εδέσματα των Ρωμαίων, οι οποίοι ήταν και οι πρώτοι, που αποπειράθηκαν να δημιουργήσουν “εκτροφές” σαλιγκαριών (Chevallier 1978, Nawratil 1978).

Τα σαλιγκάρια αποτελούν θρεπτικές πηγές με υψηλό περιεχόμενο σε πρωτεΐνες και ανόργανων στοιχείων και με χαμηλό περιεχόμενο σε λίπος και χοληστερόλη. Τα εδώδιμα σαλιγκάρια καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες και ειδικότερα στη Γαλλία. Λόγω της οικονομικής τους αξίας, το σαλιγκάρι των αμπελιών (*Helix pomatia*), ο κρητικός κοχλός (*Helix aspersa*) και το αφρικανικό σαλιγκάρι (*Achatina fulica*), αποτελούν τα κυριότερα είδη εκτροφής στα αγροκτήματα (σαλιγκαροεκτροφεία) (Ozogul *et al.* 2005). Η παραγωγή τροφίμων με βάση το σαλιγκάρι είναι αναγκαία σε χώρες όπου καταναλώνεται κρέας σαλιγκαριών (Milinsk 2003). Από τα είδη που καταναλώνονται στην Ευρώπη, το *Helix aspersa*, είναι το κύριο αντικείμενο μελέτης στις καλλιεργητικές μεθόδους.

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια σημειώνεται συνεχής αύξηση των εισαγωγών (Χατζιωάννου 2007). Πρόκειται για σαλιγκάρια ζωντανά, νεκρωμένα (βρασμένα) και κατεψυγμένο κρέας αυτών, που εισάγουν κυρίως οι βιομηχανίες για τις ανάγκες τους. Λόγω της θρεπτικής αξίας των σαλιγκαριών το εμπόριό τους σημειώνει σημαντική πρόοδο και στη χώρα μας (Χατζιωάννου 2007).

Μια επιτυχημένη εκτροφή σαλιγκαριών στη χώρα μας θα βοηθούσε πολύ, όχι μόνο στο να μειωθούν οι εισαγωγές σαλιγκαριών, αλλά και στο να γίνονται ακόμη περισσότερες εξαγωγές. Το

είδος με τη μεγαλύτερη κατανάλωση στη χώρα μας είναι το *H. aspersa* στην Κρήτη και σε άλλα νησιά μας. Η τιμή πώλησης στην Ελλάδα εξαρτάται από το είδος, ενώ οι τιμές των εξαγόμενων σαλιγκαριών εξαρτώνται από το είδος, τον τύπο επεξεργασίας και το μέγεθός τους (Μαρκάκης 1990).

1.2. Συστηματική ταξινόμηση των εδώδιμων σαλιγκαριών

Τα χερσαία εδώδιμα σαλιγκάρια ανήκουν στην κλάση των Γαστερόποδων, η οποία μαζί με άλλες έξι κλάσεις απαρτίζει το φύλο των Μαλακίων. Η κλάση αυτή περιλαμβάνει 80.000 περίπου είδη. Τα Γαστερόποδα (κλάση Gastropoda) είναι η μεγαλύτερη, πιο κοινή και ποικιλόμορφη ομάδα Μαλακίων. Η κλάση των Γαστερόποδων διαιρείται σε πέντε υποκλάσεις: 1) τα Γυμνόμορφα, 2) τα Ετεροβράγχια, 3) τα Προσοβράγχια, 4) τα Οπισθοβράγχια και 5) τα Πνευμονοφόρα στην οποία περιλαμβάνονται τα σαλιγκάρια της ξηράς και των λιμνών, καθώς και οι γυμνοσάλιαγκες της ξηράς. Τα Πνευμονοφόρα ονομάζονται έτσι γιατί αναπνέουν με ένα είδος “πνεύμονα” και απαρτίζουν τις τάξεις των Stylommatophora, Basommatophora και Systelommatophora (Λαζαρίδου – Δημητριάδου 1982, Τσιγουρή 1983).

Τα εμπορεύσιμα χερσαία σαλιγκάρια ανήκουν στην τάξη των Stylommatophora και στις οικογένειες των Helicidae και των Achatinidae. Τα εδώδιμα είδη που παρουσιάζουν διεθνές εμπορικό ενδιαφέρον είναι τα ακόλουθα (Rousselet 1976, Cesari 1978, Lazaridou-Dimitriadou & Kattoulas 1981): *Helix pomatia*, *Helix aspersa*, *Helix lucorum*, *Helix adanensis*, *Helix melanostoma*, *Helix cincta*, *Achatina julica*. Στον Πίνακα 1 φαίνεται η συστηματική κατάταξη του είδους *Helix aspersa*:

Πίνακας 1.1: Συστηματική κατάταξη του *Helix aspersa*.

Φύλο	Μαλάκια (Mollusca)
Κλάση	Γαστερόποδα (Gastropoda)
Υποκλάση	Πνευμονοφόρα (Pulmonata)
Τάξη	Στυλομματοφόρα (Stylommatophora)
Οικογένεια	Ελικοειδή (Helicidae)
Γένος	<i>Helix</i>
Είδος	<i>Helix aspersa</i>



Σχήμα 1. Το είδος *Helix aspersa* (<http://www.gireaud.net/especies.htm>)

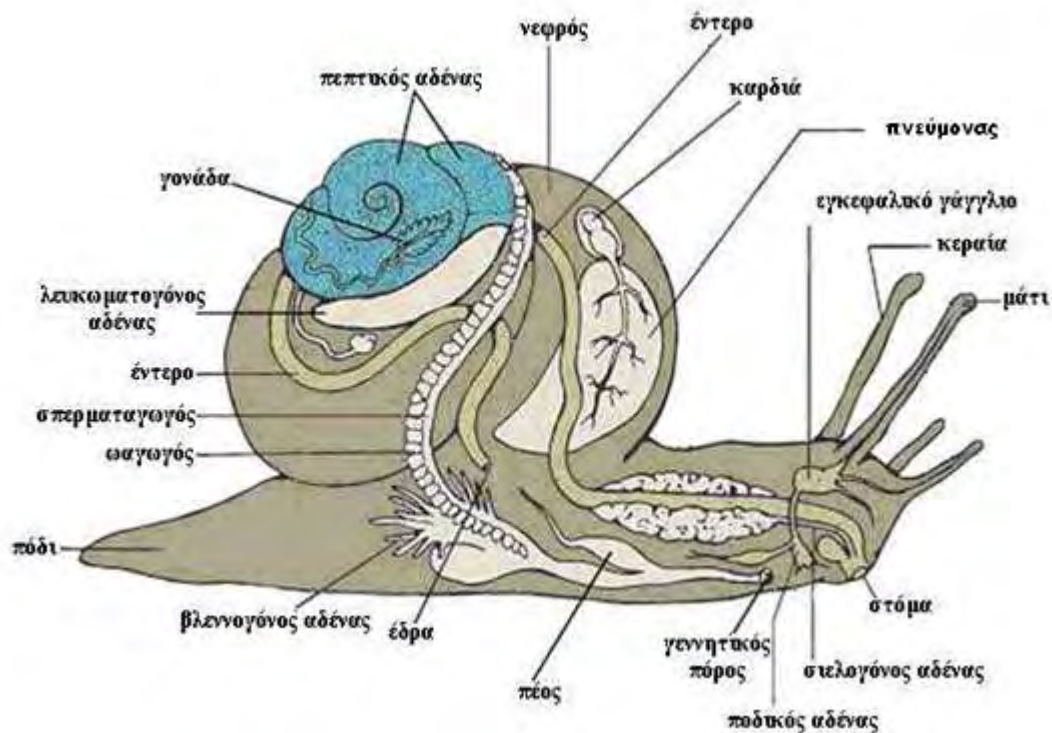
1.3. Γεωγραφική εξάπλωση του είδους *Helix aspersa*

Το είδος *H. aspersa* εμφανίζει έντονο εξαγωγικό ενδιαφέρον για την Ελλάδα (Lazaridou-Dimitriadou & Kattoulas 1985). Αποτελεί ένα από τα πιο πετυχημένα είδη εκτροφής μεταξύ των χερσαίων πνευμονοφόρων γαστερόποδων, κάτι που οφείλεται στην εξαιρετική του προσαρμοστικότητα λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του αναπαραγωγικού του συστήματος, του βιολογικού του κύκλου και της γρήγορης αύξησής του (Χατζιωάννου 2007). Θεωρείται είδος μεσογειακής καταγωγής, αλλά με τη βοήθεια του ανθρώπου έχει διαδοθεί σε διάφορες εύκρατες και τροπικές περιοχές και πλέον συναντάται σε πολλές περιοχές του κόσμου όπως στην Ελλάδα, στη Γιουγκοσλαβία, στην Ιταλία, στη Γαλλία, στην Ισπανία, στην Πορτογαλία, στο Ενωμένο Βασίλειο, στις Κάτω Χώρες, στο Βέλγιο, στην Κύπρο, στην Αίγυπτο, στη Λιβύη, στο Μαρόκο, στο Μεξικό, στη Ν. Αμερική και στην Αυστραλία (Chevallier 1976). Όσον αφορά την Ελλάδα, η γεωγραφική

του εξάπλωση περιλαμβάνει τα νησιά του Κεντρικού και του Νοτίου Αιγαίου, καθώς και την περιοχή της Θεσσαλίας και νοτιότερα. Είναι χαρακτηριστικό ότι δεν προτιμά τα μεγάλα υψόμετρα (INPN, 2007).

1.4. Εξωτερική μορφολογία του σαλιγκαριού

Το σώμα του σαλιγκαριού δεν έχει εσωτερικό σκελετό και αρθρώσεις. Αποτελείται από την κεφαλή, το πόδι, το μανδύα και τη σπλαχνική μάζα. Η κεφαλή φέρει τη στοματική περιοχή, τις αισθητήριες κεραίες και τους οφθαλμούς. Το *H. aspersa* διαθέτει δύο ζεύγη κεραίων από τα οποία το πρώτο και μεγαλύτερο φέρει στο άκρο του τα μάτια. Οι κάτω κεραίες είναι και τα κύρια όργανα αφής. Με τη χρήση αυτών, τα σαλιγκάρια αντιλαμβάνονται τη γεύση ή τις διάφορες χημικές ουσίες. Το πόδι είναι ένα μυώδες όργανο που βοηθά στη μετακίνηση του ζώου. Ο μανδύας είναι μια πτύχωση του δέρματος που περιβάλλει τη σπλαχνική μάζα και εκκρίνει το κέλυφος. Τέλος, η σπλαχνική μάζα βρίσκεται επάνω από το πόδι και την κεφαλή και είναι κρυμμένη εξ' ολοκλήρου μέσα στο κέλυφος. Περιλαμβάνει το: πεπτικό, κυκλοφορικό, γεννητικό, αναπνευστικό και απεκκριτικό σύστημα μαζί με τα εξαρτήματά τους (Kerney & Cameron 1979, Τσιγουρή 1983). Το κέλυφος του σαλιγκαριού αποτελεί ένα από τα ωραιότερα έργα που προσφέρει η γεωμετρία της φύσης. Αποτελείται από τρία στρώματα. Το εξωτερικό που είναι πολύ λεπτό και δίνει στο κέλυφος το χαρακτηριστικό χρώμα, το εσωτερικό που σχηματίζεται από την εναπόθεση αλληπάλληλων λεπτών στρωμάτων ανθρακικού ασβεστίου και της οργανικής ουσίας κογχυλίνης (1,3%) και τέλος το μεταξύ των δύο αυτών στρωμάτων στρώμα, επίσης ασβεστολιθικής φύσης (Μαρκάκης 1990). Το ζώο μπαίνει στο κέλυφος με τη βοήθεια του στυλοποδικού μυός και τότε όλο το σώμα καλύπτεται από το μανδύα. Το κέλυφος έχει σχήμα περισσότερο ή λιγότερο κωνικό-σφαιρικό, ανάλογα με το είδος και το ίδιο ισχύει και για το χρωματικό πρότυπο (Kerney & Cameron 1979). Το κέλυφος χρησιμεύει στα χερσαία σαλιγκάρια σαν προστασία από ζωικούς εχθρούς ή από αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες. Επίσης, αποτελεί το 16-30% του ολικού νεπού βάρους του ζώου ανάλογα με το είδος του σαλιγκαριού (Χατζηιωάννου 2007).



Σχήμα 2. Εξωτερική μορφολογία (Α) και ανατομία (Β) ενός πνευμονοφόρου σαλιγκαριού. (Πηγή : Digital Zoology. The McGraw-Hill Companies)

1.5. Φυσιολογία του είδους *Helix aspersa*

1.5.1. Αναπνοή

Όπως αναφέρθηκε, τα πνευμονοφόρα γαστερόποδα αναπνέουν με “πνεύμονα” (Lazaridou-Dimitriadou & Kattoulas 1985). Η αναπνοή τους είναι πολύπλοκη και ο ρυθμός τους δεν είναι σταθερός. Η είσοδος του αέρα γίνεται από το πνευμονόστομα. Εκτός από την πνευμονική αναπνοή, γίνεται και επιδερμική από ολόκληρη την επιφάνεια του σώματος (Μαρκάκης 1990).

1.5.2. Κυκλοφορικό σύστημα

Το κυκλοφορικό σύστημα του σαλιγκαριού είναι ανοικτό, δηλαδή το οξυγονωμένο αίμα οδηγείται στην καρδιά μέσω των αρτηριών. Το λεμφικό υγρό του σαλιγκαριού είναι ιξώδες και άχρωμο. Η καρδιά τους αποτελείται από έναν κόλπο και μια κοιλία. Όταν το σαλιγκάρι βρίσκεται σε πλήρη δράση, η καρδιά του κάνει 20 παλμούς σε κάθε λεπτό. Ο αριθμός των παλμών αυτών εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Μαρκάκης 1990). Επίσης, η κατανάλωση οξυγόνου μεταξύ των ειδών διαφέρει, αλλά και σε κάθε είδος εμφανίζονται

διακυμάνσεις, που καθορίζονται από φυσιολογικούς και φυσικοχημικούς παράγοντες, όπως η ηλικία, το σωματικό βάρος, η μεταβολική δραστηριότητα, η θερμοκρασία και η εποχή (Ghiretti & Ghiretti-Magaldi 1975, Lazaridou-Dimitriadou & Kattoulas 1985).

1.5.3. Νευρικό σύστημα και αισθήσεις

Τα νευρικά κύτταρα των σαλιγκαριών είναι παρόμοια με τα χαρακτηριστικά και τις αντιδράσεις των νευρώνων των σπονδυλωτών. Το νευρικό τους σύστημα αποτελείται από σειρά γαγγλίων, από τα οποία ξεκινά μεγάλος αριθμός νEURων που καταλήγουν στο στόμα, τις κεραίες, τους πνεύμονες και την καρδιά. Το επίπεδο νερού στα σαλιγκάρια ρυθμίζεται νευροορμονικά. Υπάρχουν ενδείξεις για κάποια σχέση μεταξύ της εκκριτικής δραστηριότητας διαφόρων γαγγλίων και των οικολογικών συνθηκών, όπως της υγρασίας του χώματος και της συγκέντρωσης του νερού σε αυτό. Εξάλλου, είναι γνωστό ότι υψηλή σχετική υγρασία προκαλεί την επαναδραστηριοποίηση των σαλιγκαριών (Μαρκάκης 1990).

Η πιο ανεπτυγμένη αίσθηση του σαλιγκαριού είναι η αφή που εκτείνεται σε όλα τα μέρη του σώματος που δεν καλύπτονται από το κέλυφος, με πιο σημαντικές τις χαμηλές κεραίες. Η όραση είναι αδύνατη και περιορίζεται στην εντύπωση του γενικού σχήματος των αντικειμένων και των φωτεινών σημείων. Η όσφρηση γίνεται επίσης από τις χαμηλές κεραίες ενώ η γεύση συνδυάζεται πιθανώς με την όσφρηση και έχει την έδρα της στη στοματική κοιλότητα (Lazaridou-Dimitriadou & Kattoulas 1985).

1.5.4. Πεπτικό σύστημα – Διατροφή

Το πεπτικό σύστημα του σαλιγκαριού αποτελείται από το στόμα, το φάρυγγα, τον οισοφάγο, το στομάχι και το έντερο που διατρέχει το εσωτερικό του κελύφους και καταλήγει πάνω δεξιά από το στόμα, όπου βρίσκεται η έδρα (Μαρκάκης, 1990). Στη στοματική κοιλότητα βρίσκεται η γνάθος και το ξύστρο με τη βοήθεια των οποίων τρίβεται η τροφή. Οι σιελογόνοι αδένες είναι λεπτές, μεμβρανώδεις δομές που εντοπίζονται στον προστόμαχο και εκβάλλουν στη στοματική κοιλότητα, αλλά δεν έχει ακόμη εξακριβωθεί η φύση των εκκρίσεών τους (Klessen 1973, Lazaridou-

Dimitriadou & Kattoulas 1985). Γενικά, στα χερσαία στυλομματοφόρα δεν υπάρχουν σαφή διαχωριστικά όρια ανάμεσα στον οισοφάγο και τον προστόμαχο. Το στομάχι είναι μικρό και εκεί γίνεται η πέψη, αλλά πιθανότατα τα ένζυμα εκκρίνονται από τον πεπτικό αδένα ή μεταφέρονται από τον προστόμαχο (Χατζηιωάννου 2007). Το έντερο, στα φυτοφάγα πνευμονοφόρα γαστερόποδα, είναι μακρύ κάτι που αποτελεί γνώρισμα των φυτοφάγων ζώων. Στο τμήμα αυτό του πεπτικού σωλήνα, εκτός από την απορρόφηση του νερού και τον σχηματισμό των περιττωμάτων, πραγματοποιείται και προσρόφηση χημικών ουσιών και προϊόντων της πέψης (ασβέστιο, γλυκόζη, λιπαρά οξέα) (Χατζηιωάννου 2007).

Από σχετικές μελέτες έχει αποδειχθεί ότι τα σαλιγκάρια είναι επιλεκτικά όσον αφορά τη διατροφή τους. Κατά κύριο λόγο είναι φυτοφάγα, αλλά και παμφάγα ζώα, επειδή μπορούν να απορροφήσουν σε 24 ώρες ποσότητα τροφής σχεδόν ίση με το μισό βάρος του σώματός τους. Τα σαλιγκάρια αρέσκονται να ζουν σε τόπους δροσερούς και υγρούς και να τρέφονται με τα τρυφερά μέρη των φυτών. Γενικά, οι προτιμήσεις τους εξαρτώνται από το πόσο ελκυστικό και εύγευστο φαίνεται ένα φυτό. Η δραστηριότητα σίτισης εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και μπορεί να μην καταναλώσουν τροφή απαραίτητως κάθε ημέρα (Χατζηιωάννου 2007). Κάτω από κανονικές συνθήκες, τα σαλιγκάρια προσλαμβάνουν μεγάλες ποσότητες ανόργανων μεριδίων από το χώμα. Πολλοί πιστεύουν ότι αυτό βοηθά στην αποτελεσματικότερη πέψη και στην αναπλήρωση Ca σε περίπτωση έλλειψής του από την τροφή (Lazaridou-Dimitriadou & Kattoulas 1985). Τα σαλιγκάρια ωστόσο καταναλώνουν και δηλητηριώδη φυτά χωρίς άμεσο κίνδυνο για τον εαυτό τους (Μαρκάκης 1990).

1.5.5. Γεννητικό σύστημα – Αναπαραγωγή

Όλα τα στυλομματοφόρα γαστερόποδα είναι ερμαφρόδιτα ζώα, έχουν δηλαδή τα γεννητικά όργανα και των δύο φύλων, αλλά για τη γονιμοποίηση απαιτείται η “συνεύρεση” δύο ατόμων. Επίσης, υπάρχει περίπτωση να εμφανίζουν το φαινόμενο της πρωτανδρίας, δηλαδή να ωριμάζουν πρώτα τα αρσενικά γεννητικά μέσα. Τα τμήματα του αναπαραγωγικού συστήματος στα στυλομματοφόρα είναι η γονάδα, ο ερμαφροδιτικός αγωγός, η θήκη γονιμοποίησης, ο

λευκωματογόνος αδένας, η σπερματοθήκη, ο προστάτης, το πέος, το σπερματοφόρο, οι γεννητικοί αγωγοί, το ακόντιο, το μαστίγιο και οι βλεννογόνοι αδένες (Χατζηιωάννου 2007).

Κατά το ζευγάρισμα, τα σαλιγκάρια γονιμοποιούνται αμοιβαία ανταλλάσσοντας σπερματοζωάρια. Ο χρόνος που παρεμβάλλεται μεταξύ του ζευγαρώματος και της ωοαπόθεσης ποικίλλει από μερικές μέρες (γύρω στις είκοσι), μέχρι και δύο μήνες (Chevallier 1979). Τα σαλιγκάρια αποθέτουν τα αυγά τους σε υγρό κατά προτίμηση χώμα μέσα σε μία τρύπα. Το *H. aspersa* πολλές φορές δεν κατασκευάζει φωλιά, αλλά αφήνει τα αυγά του κάτω από ξηρά φύλλα, κάτω από πέτρες ή μέσα σε ρωγμές τοίχων. Η επώαση των αυγών για το συγκεκριμένο είδος διαρκεί, ανάλογα με την εποχή, 14-16 ημέρες. Το μικρό σαλιγκάρι, για να βγει από το αυγό, σχίζει το κέλυφος. Αμέσως μετά είναι σε θέση να κινείται και να τρέφεται. Πρώτα τρώει το κέλυφος που είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και ασβέστιο και μετά το γύρω χώμα. Τα μικρά σαλιγκάρια μένουν στη φωλιά 4-5 ημέρες και μετά εξέρχονται, η ανάπτυξη των οποίων στη συνέχεια είναι ταχύτατη (Μαρκάκης 1990).

1.6. Χημική σύσταση του είδους *Helix aspersa*

Το νωπό σώμα του σαλιγκαριού αποτελεί ποσοστό 50-80% του ολικού βάρους του ζώου (Πιν. 1.2). Η χημική σύσταση του σώματος των σαλιγκαριών, δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από το είδος, την ηλικία, το βάρος, την διατροφή, τη φάση του βιολογικού κύκλου και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον που ζουν. Επίσης η περιεκτικότητά τους σε τέφρα εξαρτάται από τους ίδιους παράγοντες και από τη φύση του εδάφους, από το οποίο απορροφούν διάφορα στοιχεία μέσω του ποδιακού επιθηλίου (Simkiss & Wilbur 1977). Η χημική σύσταση των μαλακίων διαφέρει με εκείνη των “ερυθρών” (όπως π.χ. βοδινό, χοιρινό) ή “λευκών” (όπως π.χ. κοτόπουλο, γαλοπούλα) κρεάτων, διότι περιέχει περισσότερο νερό και υδατάνθρακες, λιγότερες πρωτεΐνες και λίπος, ενώ η περιεκτικότητά τους σε ανόργανες ουσίες είναι ελάχιστα μεγαλύτερη (Μαρκάκης 1990). Τη θρεπτική αξία του κρέατος του σαλιγκαριού ενισχύει το γεγονός ότι οι πρωτεΐνες που περιέχει αποτελούνται από τα αμινοξέα που χρειάζεται ο ανθρώπινος οργανισμός και ότι έχει δέκα φορές λιγότερα βακτηρίδια σε σύγκριση με τα άλλα κρέατα (Τσιγουρή 1983). Πιο

συγκεκριμένες έρευνες έχουν δείξει ότι τα στοιχεία Mg, Cu και ιδιαίτερα Ca βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από ότι στα άλλα κρέατα, ενώ το K σε μικρότερες (Τσιγουρή 1983). Τα ποσοστά των αμινοξέων στο σώμα του *H. aspersa* υπολογίστηκαν σε 42% της ολικής σύστασής τους (Μαρκάκης 1990, Τσιγούρη 1983). Στον Πίνακα 1.2 φαίνεται η χημική σύσταση του σαλιγκαριού σε ποσοστό (%) και στον Πίνακα 1.3 φαίνεται η περιεκτικότητα της σάρκας του σαλιγκαριού σε άλατα.

Πίνακας 1.2: Χημική σύσταση του *Helix aspersa* σε ποσοστό (%).

Νερό	Πρωτεΐνες	Λίπη	Υδατάνθρακες	Τέφρα
79,46	14,56	0,69	3,87	1,42

Πίνακας 1.3: Περιεκτικότητα του σώματος του *Helix aspersa* σε άλατα.

Na	K	Ca	Co	Mgn	Ni	Fe	Bo	Zn	Cu	Mn
64,14	88,11	402,1	-	49,73	-	4,46	-	2,49	1,93	-

Η χημική σύσταση της σάρκας των σαλιγκαριών διαφέρει κατά πολύ από εκείνη των άλλων ζώων, διότι περιέχει περισσότερους υδατάνθρακες και λιγότερα λίπη (Πιν. 1.4). Η θερμιδική αξία του σαλιγκαριού είναι χαμηλή και κυμαίνεται από 73-83 Kcal/gr νωπού βάρους σώματος (Grandi & Panella 1978, Murphy 2001).

Πίνακας 1.4: Χημική σύσταση της σάρκας του χερσαίου σαλιγκαριού *Helix aspersa*.

ΕΙΔΟΣ	ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (σε g)	ΛΙΠΗ (σε g)	ΝΕΡΟ (%)	ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ
<i>H. aspersa</i>	14.56	0.69	79.46	Grandi and Panella (1978)
<i>H. aspersa</i> (Εκτροφής)	10.40	0.85	76.79	Νεοφύτου και Χατζηϊωάννου (2008)
<i>H. aspersa</i> (Άγριοι πληθυσμοί)	12.10	1.47	78.82	
<i>H. aspersa</i>	16.00	1.00	79.00	Murphy (2001)

Επίσης, σε σύγκριση με άλλα κρέατα, βοδινό, πουλερικά και ιχθύες, τα σαλιγκάρια έχουν μικρότερη θερμιδική αξία και αρκετά μικρότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. 1.5).

Πίνακας 1.5: Σύγκριση της διατροφικής αξίας του κρέατος των σαλιγκαριών με το κρέας βοδινού, πουλερικών και ιχθύων (Cheney 1988).

	Βοδινό (100 g)	Πουλερικά (100 g)	Ιχθύες (100 g)	Σαλιγκάρια (100 g)
Θερμιδική αξία (Kcal)	163	120	70	60-80
Πρωτεΐνες (%)	22,1	8,5	15,0	13,5
Λιπίδια (%)	11,5	12,0	1,5	0,5-0,8
Υγρασία (%)	72,0	70,6	81,0	83,8
Άλλα (%)	0,9	0,8	2,5	1,9

1.7. Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Η πρωτεΐνη αποτελεί το κυριότερο θρεπτικό συστατικό για τη σωματική ανάπτυξη των ζωικών οργανισμών. Ωστόσο, η πέψη και ο μεταβολισμός των πρωτεϊνών δεν είναι πλήρως μελετημένος στα σαλιγκάρια. Σκοπός της παρούσας προπτυχιακής διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης αυξανόμενων διαιτητικών επιπέδων πρωτεΐνης στη χημική σύσταση του σαλιγκαριού *H. aspersa*. Οι γνώσεις αυτές θα διαφωτίσουν μέρος του μεταβολισμού των πρωτεϊνών στα γαστερόποδα και συγκεκριμένα θα δώσουν πληροφορίες σχετικά με τη μεταφορά και αποθήκευση της πρωτεΐνης της τροφής στο σώμα. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν χημικές αναλύσεις μέτρησης της περιεκτικότητας σε υγρασία, ολικές πρωτεΐνες, ολικές λιπαρές ουσίες και τέφρα σε δείγματα σαλιγκαριών που ανήκαν σε δύο στάδια ανάπτυξης (ηλικίας 12-17 ημερών και 75 ημερών, αντίστοιχα) και που πρωτίστως είχαν διατραφεί με ισοενεργειακά σιτηρέσια που διέφεραν ως προς το επίπεδο της χορηγούμενης πρωτεΐνης. Συγκεκριμένα, τα σαλιγκάρια και των δύο διατροφικών πειραμάτων διατράφηκαν με πρωτεϊνικά επίπεδα της τάξης 10%, 13%, 16% και 19% επί του σιτηρεσίου.

2. ΥΛΙΚΑ-ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Πειραματόζωα διατροφικού πειράματος I

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 180 σαλιγκάρια, ηλικίας 12-17 ημερών και μέσου σωματικού βάρους $0,20 \pm 0,01$ (μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση), τοποθετήθηκαν ανά 15 ζώα σε πλαστικά κλουβιά (χωρητικότητας 9 l το κάθε ένα) και χωρίστηκαν σε τέσσερις (4) διατροφικές ομάδες με 3 επαναλήψεις/κλουβί για κάθε διατροφική ομάδα. Η κάθε ομάδα διατρέφονταν με διαφορετικό σιτηρέσιο. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα ισοενεργειακά σιτηρέσια που διέφεραν ως προς τα ποσοστά τους σε πρωτεΐνη, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Ποσοστιαία σύσταση σε πρώτες ύλες και χημική σύσταση των πειραματικών σιτηρεσίων.

Σιτηρέσια	Π 10%	Π 13%	Π 16%	Π 19%
Συστατικά, %				
Σόγια, άλευρο	8,5	17,2	26,0	34,6
Σιτάρι, άλευρο	25,0	16,3	7,5	0,0
Αραβόσιτος, άλευρο	35,0	35,0	35,0	33,9
Φυτικό έλαιο	0,0	0,0	0,0	0,0
Μαρμαρόσκονη	25,0	25,0	25,0	25,0
Φωσφορικό μονασβέστιο	5,0	5,0	5,0	5,0
Αλάτι (NaCl)	0,5	0,5	0,5	0,5
Βιταμίνες-Ανόργανα στοιχεία πρόμικσμα	1,0	1,0	1,0	1,0
Χημική Σύσταση, %				
Ολική Πρωτεΐνη	9,4	12,4	15	18,5
Ολικό Λίπος	1,4	0,9	1,0	1,1
Ινώδεις Ουσίες (εκτίμηση)	2,1	2,5	2,9	3,2
Τέφρα	21,3	23,3	23,74	22,9
Υδατάνθρακες (εκτίμηση)	68,0	62,6	60,84	57,4
Ασβέστιο (Ca) (εκτίμηση)	11,4	11,4	11,4	11,4
Φώσφορος (P) (εκτίμηση)	2,2	2,3	2,3	2,3
Ολική Ενέργεια (GE), MJ/kg	14,5	14,1	14,4	14,7

Σημ.: Η Ολική Ενέργεια εκτιμήθηκε ως άθροισμα των επί μέρους ολικών ενεργειών που αποδίδει κάθε θρεπτικό συστατικό σύμφωνα με τους γνωστούς συντελεστές 23,6, 39,5 και 17,2 για τις πρωτεΐνες, τα λιπίδια και τους υδατάνθρακες, αντίστοιχα (NRC 1993). Τα διαιτητικά επίπεδα των υδατανθράκων υπολογίστηκαν μέσω της αφαίρεσης των επιπέδων πρωτεΐνης, λιπιδίων και τέφρας από την ξηρή ουσία. Οι ινώδεις ουσίες εκτιμήθηκαν από δημοσιευμένους πίνακες χημικής σύστασης συστατικών (NRC 1993).

Το σιτηρέσιο Π10% περιείχε 10% πρωτεΐνη, το σιτηρέσιο Π13% περιείχε 13% πρωτεΐνη, το σιτηρέσιο Π16% περιείχε 16% πρωτεΐνη και το σιτηρέσιο Π19% περιείχε 19% πρωτεΐνη. Η κύρια πηγή πρωτεϊνών ήταν το σογιάλευρο, η συγκέντρωση του οποίου διέφερε από σιτηρέσιο σε σιτηρέσιο με σκοπό τη διαφοροποίηση του πρωτεϊνικού περιεχομένου σε κάθε σιτηρέσιο. Το σιτάρι (άλευρο) και ο αραβόσιτος (άλευρο) χρησιμοποιήθηκαν ως ενεργειακές πηγές. Η μαρμαρόσκονη και το φωσφορικό μονασβέστιο χρησιμοποιήθηκαν ως πηγές ασβεστίου και φωσφόρου, αντίστοιχα, ενώ στα σιτηρέσια προστέθηκαν αλάτι (πηγή NaCl) και προμείγματα βιταμινών και ανόργανων στοιχείων σε ίσες συγκεντρώσεις. Η συχνότητα της σίτισης γινόταν δύο φορές την εβδομάδα σε επίπεδο κορεσμού. Η συνολική διάρκεια του πειράματος ήταν 49 ημέρες. Τα πειραματικά δεδομένα ανάπτυξης και αξιοποίησης των σιτηρεσίων αποτέλεσαν το σκοπό της έρευνας διαφορετικής εργασίας από της παρούσας. Στο τέλος του πειράματος, το τελικό σωματικό βάρος των σαλιγκαριών διακυμάνθηκε από 1,59g έως 2,18g (Πίν. 2.2). Τα σαλιγκάρια αποκελufώθηκαν και τα σώματά τους τοποθετήθηκαν σε αεροστεγείς πλαστικές σακούλες και αποθηκεύτηκαν στους -20°C για τις μελλοντικές χημικές τους αναλύσεις που αποτέλεσαν το σκοπό της παρούσας εργασίας.

Πίνακας 2.2: Βάρη των σαλιγκαριών ανά ομάδα, που προήλθαν από δύο διατροφικά πειράματα και τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τις χημικές αναλύσεις του σώματός τους.

	Πείραμα I	Πείραμα II
Δείγματα	Τελικό βάρος (g)	Τελικό βάρος (g)
Π10α	1,28 ± 0,59	5,63 ± 1,47
Π10β	1,26 ± 0,40	4,26 ± 1,20
Π10γ	1,40 ± 0,49	5,45 ± 1,71
Π13α	0,65 ± 0,36	3,94 ± 1,04
Π13β	0,80 ± 0,41	4,17 ± 0,63
Π13γ	0,63 ± 0,33	4,42 ± 1,19
Π16α	0,85 ± 0,48	4,59 ± 0,88
Π16β	1,13 ± 0,61	4,37 ± 2,00
Π16γ	0,78 ± 0,41	3,78 ± 0,70
Π19α	0,64 ± 0,59	4,11 ± 1,21
Π19β	0,89 ± 0,77	4,19 ± 0,83
Π19γ	0,97 ± 0,52	4,48 ± 1,50
Μέσο σωματικό Βάρος (g)	0,94 ± 0,14	4,45 ± 0,41

2.2. Πειραματόζωα διατροφικού πειράματος II

Σε ένα δεύτερο διατροφικό πείραμα χρησιμοποιήθηκαν 120 σαλιγκάρια, ηλικίας 75 ημερών και μέσου σωματικού βάρους $2,83 \pm 0,01$ (μέσος όρος και τυπική απόκλιση), τοποθετήθηκαν ανά 10 ζώα σε πλαστικά κλουβιά (χωρητικότητας 9 l το κάθε ένα) και χωρίστηκαν σε τέσσερις (4) διατροφικές ομάδες με 3 επαναλήψεις/κλουβί για κάθε διατροφική ομάδα. Η κάθε ομάδα διατρέφονταν με τα τέσσερα διαφορετικά σιτηρέσια, όπως περιγράφηκαν παραπάνω. Η συχνότητα της σίτισης ήταν δύο φορές την εβδομάδα σε επίπεδο κορεσμού. Η συνολική διάρκεια του πειράματος ήταν 27 ημέρες. Στο τέλος του πειράματος το τελικό σωματικό βάρος των σαλιγκαριών διακυμάνθηκε από 3,94g έως 4,77g (Πίν. 2.2). Τα πειραματικά δεδομένα ανάπτυξης και

αξιοποίησης των σιτηρεσίων αποτέλεσαν το σκοπό της έρευνας διαφορετικής εργασίας από της παρούσης. Τα σαλιγκάρια αποκελυφώθηκαν και τα σώματά τους τοποθετήθηκαν σε αεροστεγείς πλαστικές σακούλες και αποθηκεύτηκαν στους -20°C για τις μελλοντικές χημικές τους αναλύσεις.

2.3. Χημικές αναλύσεις σιτηρεσίων και σώματος σαλιγκαριών

2.3.1. Προσδιορισμός ξηρής ουσίας

Ο προσδιορισμός της ξηρής ουσίας (ή υγρασίας) των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακό φούρνο (οίκος Fermaks). Λόγω της μικρής ποσότητας δείγματος, τα σώματα των σαλιγκαριών κάθε κλωβού αποξηράνθηκαν ανά τριάδες και αναλύθηκαν 3 επαναλήψεις ανά κλωβό. Έτσι, τα σώματα τριών (3) σαλιγκαριών, που αποτέλεσαν ένα δείγμα, τοποθετήθηκαν σε προζυγισμένα αλουμινένια δισκία τα οποία ξηράνθηκαν στους 105°C για 24 ώρες (AOAC 1995). Τα δείγματα, κατόπιν, επαναζυγίστηκαν μέχρι τη σταθεροποίηση του ξηρού βάρους του ιστού και καταγράφηκε το τελικό βάρος τους. Ο υπολογισμός της ξηρής ουσίας κάθε δείγματος έγινε από τους ακόλουθους τύπους:

$$W_{\text{ξηρού δείγματος}} (\text{g}) = W_{\text{ξηρού (τελικού) δείγματος \& δισκίου}} (\text{g}) - W_{\text{δισκίου}} (\text{g})$$

$$\text{Υγρασία \%} = [(W_{\text{αρχικό δείγμα}} - W_{\text{ξηρό δείγμα}}) / W_{\text{αρχικό δείγμα}}] * 100$$

$$\text{Ξηρή ουσία (\%)} = 100 - \text{Υγρασία (\%)}$$

Τέλος, όταν ολοκληρώθηκε η ξήρανση τα δείγματα κονιορτοποιήθηκαν και αποθηκεύτηκαν σε αεροστεγή πλαστικά δοχεία, που δεν επέτρεπαν την είσοδο υγρασίας στους ιστούς.



Σχήμα 3. Εργαστηριακός φούρνος οίκου Fermaks.

2.3.2. Προσδιορισμός ολικών αζωτούχων ουσιών

Για τον προσδιορισμό των ολικών αζωτούχων ουσιών (πρωτεϊνών) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kjeldahl κατά AOAC (1995).



Σχήμα 4. Συσκευή πέψης Kjeldahl.

Αρχικά ζυγίστηκε 0,2 g ξηρού δείγματος (σιτηρεσίου ή σώματος σαλιγκαριών) και μεταφέρθηκε σε φιάλη βρασμού της συσκευής μαζί με δύο ταμπλέτες καταλύτη Tecator (Kjeltabs Se/3,5) και 15 ml H_2SO_4 με τη χρήση δοσομετρητή. Η μέθοδος χωρίστηκε σε τρεις φάσεις: την πέψη, την απόσταξη και την τιτλοδότηση. Κατά την πέψη, τοποθετήθηκε η βάση με τις φιάλες των δειγμάτων στη θέση βρασμού τη συσκευής πέψης. Παράλληλα τέθηκε σε λειτουργία ο απαγωγός και η ειδική παγίδα αερίων. Η συσκευή τέθηκε σε λειτουργία και ο βρασμός των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια:

Στάδιο 1 → 5 min με ισχύ βρασμού 100%

Στάδιο 2 → 20 min με ισχύ βρασμού 55%

Στάδιο 3 → 60 min με ισχύ βρασμού 90%

Όταν τελείωσε το πρόγραμμα, απενεργοποιήθηκε η συσκευή και οι φιάλες τοποθετήθηκαν στη θέση ψύξης για περίπου 20-30 min.

Κατά την απόσταξη, επιλέχτηκε το επιθυμητό πρόγραμμα και τοποθετήθηκε προσεκτικά η κάθε φιάλη στη συσκευή απόσταξης. Παράλληλα τοποθετήθηκε μία κωνική φιάλη με 3 σταγόνες

δείκτη ερυθρού του μεθυλίου στην ειδική θέση της συσκευής για την υποδοχή της αμμωνίας στο διάλυμα βορικού οξέος. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε πρόσθετε σε κάθε δείγμα 100 ml H_2O , 80 ml NaOH και 50 ml H_2BO_3 . Ο χρόνος απόσταξης διήρκησε 7 min. Μετά το πέρας της απόσταξης το διάλυμα της κωνικής φιάλης που περιείχε το βορικό αμμώνιο χρησιμοποιήθηκε για την τιτλοδότησή του.



Σχήμα 5. Συσκευή απόσταξης Kjeldahl.

Κατά την τιτλοδότηση, η κωνική φιάλη τοποθετήθηκε στην ειδική βάση της συσκευής τιτλοδότησης και προστέθηκε μέσα στο διάλυμα ένας μαγνήτης ώστε να επιτυγχάνεται η ανάδευση. Στη συνέχεια, σε κάθε δείγμα τιτλοδοτήθηκε ένας όγκος διαλύματος HCl 0,1N πραγματοποιώντας την αλλαγή του χρώματος του δείγματος. Μόλις πραγματοποιήθηκε η αλλαγή του χρώματος του διαλύματος καταγράφηκαν τα ml του HCl που χρησιμοποιήθηκαν για την εξουδετέρωση του βορικού αμμωνίου του δείγματος.

Ο προσδιορισμός των ολικών αζωτούχων ουσιών κάθε δείγματος υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ολικές αζωτούχες ουσίες (\%)} = (\text{ml HCl} - \text{ml κενής φιάλης}) * 0,8754 / \text{βάρος ξηρού δείγματος (g)}$$

2.3.3. Προσδιορισμός ολικών λιπαρών ουσιών

Για τη μέτρηση του λίπους χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Soxhlet. Αρχικά, ζυγίστηκε το κενό δοχείο εκχύλισης της συσκευής Soxhlet μαζί με τις πέτρες βρασμού (οι πέτρες βρασμού βοήθησαν να πραγματοποιηθεί ομαλά ο βρασμός) και προστέθηκε ένα χάρτινο δοχείο ηθμού. Μέσα στον ηθμό ζυγίστηκε 1 g ξηρής ουσίας δείγματος (σιτηρεσίου ή σώματος σαλιγκαριών) και ο ηθμός σκεπάστηκε με βαμβάκι. Στα δοχεία εκχύλισης προστέθηκαν επίσης 140 ml πετρελαϊκού αιθέρα. Μετά τη προετοιμασία αυτή, τα δοχεία εκχύλισης τοποθετήθηκαν στη συσκευή εκχύλισης λίπους επιλέγοντας το κατάλληλο πρόγραμμα που διήρκησε 2 h και 10 min. Μετά το τέλος της εκχύλισης, τα δοχεία τοποθετήθηκαν στο πυραντήριο στους 75 °C για 20 min, ώστε να εξατμιστεί ο εναπομείναντας πετρελαϊκός αιθέρας. Έπειτα, τα δοχεία ψύχθηκαν στον ξηραντήρα για 30 min, επαναζυγίστηκαν και καταγράφηκε το τελικό βάρος τους. Για τον προσδιορισμό των λιπαρών ουσιών χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπος:

$$\text{Λίπος (\%)} = [\text{Τελικό βάρος δοχείου(πέτρες)} - \text{Αρχικό βάρος δοχείου(πέτρες)}] * 100 / \text{βάρος δείγματος (g)}$$



Σχήμα 7. Συσκευή εκχύλισης λίπους Soxhlet.

2.3.4. Προσδιορισμός τέφρας

Ο προσδιορισμός της τέφρας των δειγμάτων (σιτηρεσίων ή σωμάτων σαλιγκαριών) πραγματοποιήθηκε με την ακόλουθη διαδικασία. Ζυγίστηκε 1g ξηρού δείγματος και τοποθετήθηκε σε ειδικό προζυγισμένο πορσελάνινο δισκίο. Τα δισκία τοποθετήθηκαν στους 600°C για 3 ώρες.

Έπειτα από την αποτέφρωση, τα δισκία επαναζυγίστηκαν και υπολογίστηκε η τέφρα από τη διαφορά του βάρους τους με τα αρχικά. Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της τέφρας ήταν ο ακόλουθος:

$$\text{Τέφρα (g)} = W_{\text{δισκίου και αποτεφρωμένου δείγματος}} - W_{\text{δισκίου}}$$

$$\text{Τέφρα (\%)} = (W_{\text{τέφρας (g)}} / W_{\text{αρχικό δείγμα (g)}}) * 100$$



Σχήμα 8. Συσκευή αποτέφρωσης.

2.4. Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα της χημικής σύστασης των πειραματικών σιτηρεσίων και των σωμάτων των σαλιγκαριών συγκρίθηκαν με τη μέθοδο της Ανάλυσης της Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One-way ANOVA) και οι διαφορές κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία

Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία των τεσσάρων πειραματικών σιτηρεσίων Π10%, Π13%, Π16% και Π19%. Το σιτηρέσιο Π10% παρουσίασε μέσο όρο 92,39% περιεκτικότητα σε Ξ.Ο. με τυπική απόκλιση 0,11. Το σιτηρέσιο Π13% παρουσίασε μέσο όρο 92,62% περιεκτικότητα σε Ξ.Ο. με τυπική απόκλιση 0,08. Ακολούθως, στο σιτηρέσιο Π16% βρέθηκε μέσος όρος περιεκτικότητας σε Ξ.Ο. 92,91% με τυπική απόκλιση 0,15 και τέλος, στο Π19% σιτηρέσιο βρέθηκε μέσος όρος περιεκτικότητας σε Ξ.Ο. 93,69% με τυπική απόκλιση 0,09. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά με $p < 0,05$.

Πίνακας 3.1: Περιεκτικότητα (%), της ξηράς ουσίας (Ξ.Ο.) τω πειραματικών σιτηρεσίων. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Σιτηρέσια	Ξηρή ουσία (%)
Π 10 %	92,39 \pm 0,11
Π 13 %	92,62 \pm 0,08
Π 16 %	92,91 \pm 0,15
Π 19 %	93,69 \pm 0,09

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα της Ξ.Ο. στο σώμα των σαλιγκαριών *H. aspersa* στις διάφορες ομάδες και στις επαναλήψεις τους στο διατροφικό πείραμα Ι. Στην ομάδα Π10 η μέση περιεκτικότητα της Ξ.Ο. ήταν $25,81 \pm 1,24\%$, στην ομάδα Π13 η μέση περιεκτικότητα της Ξ.Ο. ήταν $22,97 \pm 1,39\%$, στην ομάδα Π16, η μέση περιεκτικότητα της Ξ.Ο. μετρήθηκε $27,55 \pm 0,50\%$ και τέλος στην ομάδα Π19 η μέση περιεκτικότητα της Ξ.Ο. υπολογίστηκε $23,94 \pm 1,74\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ($p > 0,05$).

Πίνακας 3.2: Περιεκτικότητα (%) της ξηρής ουσίας (Ξ.Ο.), του σώματος των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα Ι. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Πειραματικές σειρές	Ξηρή ουσία (%)
Π10 α	27,26 \pm 0,67
Π10 β	25,09 \pm 1,29
Π10 γ	25,09 \pm 1,00
Π13 α	21,50 \pm 1,23
Π13 β	23,13 \pm 0,66
Π13 γ	24,27 \pm 1,18
Π16 α	27,49 \pm 1,27
Π16 β	27,08 \pm 0,76
Π16 γ	28,08 \pm 2,10
Π19 α	24,37 \pm 0,69
Π19 β	22,02 \pm 2,39
Π19 γ	25,42 \pm 1,24
Μέσος όρος Π10	25,81 \pm 1,24
Μέσος όρος Π13	22,97 \pm 1,39
Μέσος όρος Π16	27,55 \pm 0,50
Μέσος όρος Π19	23,94 \pm 1,74

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα της Ξ.Ο. στο σώμα των σαλιγκαριών *H. aspersa* στις διάφορες ομάδες και στις επαναλήψεις τους στο διατροφικό πείραμα ΙΙ. Στην ομάδα Π10 η μέση περιεκτικότητα της Ξ.Ο. ήταν $29,03 \pm 0,67\%$, στην ομάδα Π13 η μέση περιεκτικότητα της Ξ.Ο. ήταν $27,13 \pm 2,76\%$, στην ομάδα Π16, η μέση περιεκτικότητα της Ξ.Ο. μετρήθηκε $29,13 \pm 1,61\%$ και τέλος στην ομάδα Π19 η μέση περιεκτικότητα της Ξ.Ο. υπολογίστηκε $27,22 \pm 3,21\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ($p > 0,05$).

Πίνακας 3.3: Περιεκτικότητα (%) της ξηρής ουσίας (Ξ.Ο.), του σώματος των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα ΙΙ. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Πειραματικές σειρές	Ξηρή ουσία (%)
Π10 α	-
Π10 β	24,29 \pm 2,64
Π10 γ	33,77 \pm 3,59
Π13 α	27,81 \pm 6,19
Π13 β	26,94 \pm 2,82
Π13 γ	26,63 \pm 0,71
Π16 α	27,21 \pm 0,62
Π16 β	29,54 \pm 3,47
Π16 γ	30,64 \pm 3,34
Π19 α	27,74 \pm 0,97
Π19 β	27,25 \pm 1,31
Π19 γ	26,66 \pm 6,69
Μέσος όρος Π10	29,03 \pm 0,67
Μέσος όρος Π13	27,13 \pm 2,76
Μέσος όρος Π16	29,13 \pm 1,61
Μέσος όρος Π19	27,22 \pm 3,21

Από τα αποτελέσματα αυτά παρατηρείται ότι τα μεγαλύτερα σε μέγεθος σαλιγκάρια (διατροφικό πείραμα ΙΙ), ανεξαρτήτως σιτηρεσίου, περιείχαν ελαφρώς μεγαλύτερα ποσοστά ξηρής ουσίας (27,1-29,1%, Πιν. 3.3), και άρα μικρότερα ποσοστά υγρασίας στη σάρκα τους σχετικά με τα μικρότερα σε μέγεθος άτομα (διατροφικό πείραμα Ι) (22,9-27,5%, Πιν. 3.2).

Δεδομένου τα πειραματικά σιτηρέσια ήταν τα ίδια και για τις δύο ομάδες σαλιγκαριών, υποδεικνύεται πως τα μικρότερα σε μέγεθος άτομα του *H. aspersa* διατηρούν μία κάπως αυξημένη υγρασία στο σώμα τους συγκριτικά με μεταγενέστερα στάδια ανάπτυξης. Πάντως, τα ποσοστά υγρασίας που ανιχνεύθηκαν στην παρούσα εργασία συμφωνούν με άλλες μελέτες του είδους τόσο

σε εκτρεφόμενα όσο και σε φυσικούς πληθυσμούς (Grandi & Panella 1978, Νεοφύτου & Χατζηιωάννου 2008, Murphy 2001).

3.2. Περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ενώσεις

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ενώσεις των τεσσάρων πειραματικών σιτηρεσίων Π10%, Π13%, Π16% και Π19%. Το σιτηρέσιο Π10% περιείχε $9,37 \pm 0,27\%$ ολικές πρωτεΐνες. Το σιτηρέσιο Π13% περιείχε $12,37 \pm 0,03\%$ ολικές πρωτεΐνες. Ακολούθως, το σιτηρέσιο Π16% περιείχε $14,96 \pm 0,15\%$ ολικές πρωτεΐνες και το Π19% περιείχε $18,5 \pm 0,28\%$ ολικές πρωτεΐνες. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι η περιεκτικότητα του κάθε σιτηρεσίου σε ολικές πρωτεΐνες διέφερε στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$) από την περιεκτικότητα των άλλων σιτηρεσίων.

Πίνακας 3.4: Περιεκτικότητα (%) των ολικών αζωτούχων ενώσεων στα σιτηρέσια. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση ($n=3$).

Σιτηρέσια	Ολικές αζωτούχες ενώσεις (%)
Π 10 %	$9,37 \pm 0,27$
Π 13 %	$12,37 \pm 0,03$
Π 16 %	$14,96 \pm 0,15$
Π 19 %	$18,50 \pm 0,28$

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ενώσεις (πρωτεΐνες) στο σώμα των σαλιγκαριών *H. aspersa* στις διάφορες ομάδες και στις επαναλήψεις τους στο διατροφικό πείραμα Ι. Στην ομάδα Π10 η μέση περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες υπολογίστηκε $55,17 \pm 1,00\%$ στην ομάδα Π13 η μέση περιεκτικότητα βρέθηκε $64,81 \pm 2,07\%$, στην ομάδα Π16 η μέση περιεκτικότητα μετρήθηκε $64,64 \pm 1,56\%$ και στην ομάδα Π19 η μέση περιεκτικότητα υπολογίστηκε $61,43 \pm 2,19\%$. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε σημαντικά στατιστική διαφορά ($p < 0,05$) στην ομάδα Π10 που είχε τη μικρότερη περιεκτικότητα από τις υπόλοιπες ομάδες, ενώ η Π13% είχε την υψηλότερη χωρίς ωστόσο να είναι στατιστικά σημαντική σε σχέση με τις

περιεκτικότητες των πρωτεϊνών στις ομάδες Π16 και Π19.

Πίνακας 3.5: Περιεκτικότητα (%) των ολικών αζωτούχων ενώσεων στο σώμα των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα Ι. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Πειραματικές σειρές	Ολικές αζωτούχες ενώσεις (%)
10 α	54,91 \pm 0,19
10 β	54,21 \pm 0,05
10 γ	56,39 \pm 0,19
13 α	65,39 \pm 1,58
13 β	65,89 \pm 0,73
13 γ	59,53 \pm 2,79
16 α	62,90 \pm 0,14
16 β	66,40 \pm 0,12
16 γ	64,63 \pm 0,16
19 α	58,73 \pm 0,20
19 β	63,31 \pm 0,32
19 γ	62,26 \pm 0,96
Μέσος όρος Π10	55,17 \pm 1,00
Μέσος όρος Π13	64,81 \pm 2,07
Μέσος όρος Π16	64,64 \pm 1,56
Μέσος όρος Π19	61,43 \pm 2,19

Στον Πίνακα 3.6 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες ενώσεις (πρωτεΐνες) στο σώμα των σαλιγκαριών *H. aspersa* στις διάφορες ομάδες και στις επαναλήψεις τους στο διατροφικό πείραμα ΙΙ. Στην ομάδα Π10 η μέση περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες υπολογίστηκε $69,59 \pm 0,31\%$, στην ομάδα Π13 η μέση περιεκτικότητα βρέθηκε $77,57 \pm 0,13\%$, στην ομάδα Π16 η μέση περιεκτικότητα μετρήθηκε $72,83 \pm 0,06\%$ και στην ομάδα Π19 η μέση περιεκτικότητα υπολογίστηκε $71,24 \pm 0,72\%$. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε σημαντικά στατιστική διαφορά (p

< 0,05) στην ομάδα Π13 που είχε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα από τις υπόλοιπες ομάδες, ενώ τη μικρότερη ($p < 0,05$) είχε η ομάδα Π10.

Πίνακας 3.6: Περιεκτικότητα (%) των ολικών αζωτούχων ενώσεων στο σώμα των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα II. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση ($n=3$).

Πειραματικές σειρές	Ολικές αζωτούχες ενώσεις (%)
10 α	67,64 \pm 0,69
10 β	71,23 \pm 0,07
10 γ	69,9 \pm 0,31
13 α	78,79 \pm 0,05
13 β	76,00 \pm 0,29
13 γ	77,93 \pm 0,07
16 α	69,20
16 β	72,65 \pm 0,65
16 γ	76,64 \pm 0,56
19 α	68,73 \pm 1,28
19 β	73,29 \pm 0,26
19 γ	71,72
Μέσος όρος Π10	69,59 \pm 0,31
Μέσος όρος Π13	77,57 \pm 0,13
Μέσος όρος Π16	72,83 \pm 0,06
Μέσος όρος Π19	71,24 \pm 0,72

Από τα αποτελέσματα αυτά παρατηρείται ότι τα μεγαλύτερα σε μέγεθος σαλιγκάρια (διατροφικό πείραμα II), ανεξαρτήτως σιτηρεσίου, περιείχαν μεγαλύτερα ποσοστά πρωτεΐνης στη σάρκα τους (69,5-77,5%, Πιν. 3.5) σχετικά με τα μικρότερα σε μέγεθος άτομα (διατροφικό πείραμα I) (55,1-64,8%, Πιν. 3.4). Δεδομένου ότι τα πειραματικά σιτηρέσια ήταν τα ίδια και για τις δύο ομάδες σαλιγκαριών, ενδέχεται η περιεκτικότητα της πρωτεΐνης στο σώμα του σαλιγκαριού *H.*

aspersa να είναι εξαρτώμενη από το μέγεθός τους.

Οι γνώσεις μας σχετικά με τη χημική σύσταση του σώματος του *H. aspersa* είναι ελλιπείς, όπως ελλιπείς είναι και οι πληροφορίες σχετικά με την επίδραση διαφόρων σιτηρεσίων στη χημική σύστασή του. Τα δεδομένα για τα επίπεδα των πρωτεϊνών στο σώμα του *H. aspersa* συμφωνούν με παλαιότερες μελέτες του είδους τόσο σε εκτρεφόμενα όσο και σε φυσικούς πληθυσμούς (Grandi & Panella 1978, Νεοφύτου & Χατζηγιάννου 2008, Murphy 2001).

Η αύξηση του επιπέδου της πρωτεΐνης στην τροφή από 10% σε 13% οδήγησε σε στατιστικά σημαντική αύξηση του επιπέδου της σωματικής πρωτεΐνης, και στα δύο στάδια ανάπτυξης τους *H. aspersa* (Πιν. 3.5 και 3.6). Συνδυάζοντας αυτό το αποτέλεσμα με τα αποτελέσματα ανάπτυξης των σαλιγκαριών (Karapanagiotidis et al. 2011), όπου τα σαλιγκάρια που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π10% είχαν σημαντικά υψηλότερη σωματική ανάπτυξη από εκείνα που διατράφηκαν με το σιτηρέσιο Π13%, υποδεικνύεται πως η πλεονάζουσα ποσότητα πρωτεΐνης στην τροφή δε μεταβολίζεται από το *H. aspersa* για σωματική ανάπτυξη, αλλά αντίθετα αποθηκεύεται στο σώμα ως ολική πρωτεΐνη. Πέραν του επιπέδου της τάξης του 13%, η αύξηση της διαιτητικής πρωτεΐνης σε 16% και 19% οδήγησε σε μειωμένα επίπεδα σωματικής πρωτεΐνης και στα δύο στάδια ανάπτυξης του *H. aspersa* (Πιν. 3.5 και 3.6). Συνδυάζοντας αυτό το αποτέλεσμα με τα αποτελέσματα ανάπτυξης των σαλιγκαριών (Karapanagiotidis et al. 2011), όπου οι ομάδες Π16 και Π19 είχαν καλύτερη ανάπτυξη από τα σαλιγκάρια της ομάδας Π13, αποδεικνύεται πως η πλεονάζουσα ποσότητα διαιτητικής πρωτεΐνης της τάξης του 16% και 19% μεταβολίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό από εκείνη της τάξης του 13%, με αποτέλεσμα να επαναδραστηριοποιεί τη σωματική ανάπτυξη, χωρίς ωστόσο να φτάνει τους ρυθμούς ανάπτυξης του σιτηρεσίου Π10%.

Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με παρόμοια μελέτη που διενεργήθηκε από τους Milinsk et al. (2006) με το *Helix aspersa maxima*. Οι συγγραφείς δοκιμάζοντας τέσσερα ισοενεργειακά σιτηρέσια ανέφεραν ότι η σταδιακή αύξηση του διαιτητικού επιπέδου πρωτεΐνης από 12% σε 15%, 18% και 21%, επέφερε ανάλογες αυξήσεις στα επίπεδα των ολικών πρωτεϊνών στο σώμα των διατρεφόμενων σαλιγκαριών. Επίσης, ο Gomot (1998), με μια μελέτη που έκανε,

προσπάθησε να περιγράψει τη βιοχημική σύνθεση από διαφορετικά είδη σαλιγκαριών (*Helix lucorum*, *Helix pomatia*, *Helix aspersa aspersa* και *Helix aspersa maxima*) μεγαλωμένα σε όμοιες συνθήκες και με παροχή τροφής ειδικής για εδώδιμα σαλιγκάρια. Το ποσοστό της πρωτεΐνης, όπως και αυτό της υγρασίας, διαφέρει λίγο μεταξύ των εκτρεφόμενων *H. aspersa maxima* και των άγριων *H. pomatia*. Τα εκτρεφόμενα *H. pomatia* έχουν ποσοστό πρωτεΐνης παρόμοιο με τα εκτρεφόμενα *H. aspersa aspersa* και *H. lucorum* (από 65,2% έως 72,5%).

3.3. Περιεκτικότητα σε ολικά λιπίδια

Στον Πίνακα 3.7 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε ολικά λιπίδια στα διάφορα σιτηρέσια Π10%, Π13%, Π16% και Π19%. Το σιτηρέσιο Π10% παρουσίασε μέσο όρο ολικών λιπιδίων $1,38 \pm 0,55\%$. Το σιτηρέσιο Π13% παρουσίασε μέσο όρο ολικών λιπιδίων $0,87 \pm 0,02\%$. Ακολουθώντας, στο σιτηρέσιο Π16% βρέθηκε μέσος όρος ολικών λιπιδίων $1,02 \pm 0,29\%$ και τέλος, στο Π19% σιτηρέσιο βρέθηκε μέσος όρος ολικών λιπιδίων $1,06 \pm 0,06\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) στις περιεκτικότητες των ολικών λιπιδίων μεταξύ των σιτηρεσίων.

Πίνακας 3.7: Περιεκτικότητα (%) των ολικών λιπιδίων στα σιτηρέσια. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση ($n=3$).

Σιτηρέσια	Ολικά λιπίδια (%)
Π 10 %	$1,38 \pm 0,55$
Π 13 %	$0,87 \pm 0,02$
Π 16 %	$1,02 \pm 0,29$
Π 19 %	$1,06 \pm 0,01$

Στον Πίνακα 3.8 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε ολικά λιπίδια στο σώμα του μελετηθέντος είδους στις διάφορες ομάδες και στις επαναλήψεις τους στο διατροφικό πείραμα Ι.

Στην ομάδα Π10 ο μέσος όρος περιεκτικότητας υπολογίστηκε $6,81 \pm 0,56\%$, στην ομάδα Π13 ο μέσος όρος περιεκτικότητας βρέθηκε $6,8 \pm 0,20\%$. Στην ομάδα Π16, ο μέσος όρος περιεκτικότητας μετρήθηκε $6,98 \pm 1,32\%$. Τέλος, στην ομάδα Π19 ο μέσος όρος περιεκτικότητας υπολογίστηκε $6,04 \pm 1,68\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) μεταξύ των περιεκτικοτήτων σε ολικά λιπίδια στο σώμα των σαλιγκαριών που διατράφηκαν με διαφορετικό σιτηρέσιο.

Πίνακας 3.8: Περιεκτικότητα (%) ολικών λιπιδίων στο σώμα των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα Ι. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση ($n=3$).

Πειραματικές σειρές	Ολικά λιπίδια (%)
10 α	6,20
10 β	7,31
10 γ	6,94
13 α	7,00
13 β	6,60
13 γ	6,81
16 α	5,85
16 β	6,65
16 γ	8,44
19 α	4,85
19 β	7,23
19 γ	-
Μέσος όρος Π10	$6,81 \pm 0,56$
Μέσος όρος Π13	$6,8 \pm 0,2$
Μέσος όρος Π16	$6,98 \pm 1,32$
Μέσος όρος Π19	$6,04 \pm 1,68$

Στον Πίνακα 3.9 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε ολικά λιπίδια στο σώμα του μελετηθέντος είδους στις διάφορες ομάδες και στις επαναλήψεις τους στο διατροφικό πείραμα Π. Στην ομάδα Π10 ο μέσος όρος περιεκτικότητας υπολογίστηκε $2,82 \pm 0,20\%$, στην ομάδα Π13 ο μέσος όρος περιεκτικότητας βρέθηκε $2,21 \pm 0,34\%$. Στην ομάδα Π16, ο μέσος όρος περιεκτικότητας μετρήθηκε $2,92 \pm 0,27\%$. Τέλος, στην ομάδα Π19 ο μέσος όρος περιεκτικότητας υπολογίστηκε $2,27 \pm 0,32\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) μεταξύ των περιεκτικοτήτων σε ολικά λιπίδια στο σώμα των σαλιγκαριών που διατράφηκαν με διαφορετικό σιτηρέσιο.

Πίνακας 3.9: Περιεκτικότητα (%) ολικών λιπιδίων στο σώμα των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα II. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Πειραματικές σειρές	Ολικά λιπίδια (%)
10 α	2,61 \pm 0,01
10 β	3,54 \pm 0,39
10 γ	2,32 \pm 0,07
13 α	2,07 \pm 0,84
13 β	2,23 \pm 0,30
13 γ	2,33 \pm 0,20
16 α	2,58 \pm 0,52
16 β	3,42 \pm 0,05
16 γ	2,77 \pm 0,03
19 α	3,00 \pm 0,25
19 β	1,94 \pm 0,06
19 γ	1,87 \pm 0,69
Μέσος όρος Π10	2,82 \pm 0,20
Μέσος όρος Π13	2,21 \pm 0,34
Μέσος όρος Π16	2,92 \pm 0,27
Μέσος όρος Π19	2,27 \pm 0,32

Η έρευνα των Milinsk *et al.* (2003) απέδειξε ότι η ποιότητα της σάρκας του σαλιγκαριού *H. aspersa* σχετίζεται άμεσα με τη σύνθεση του σιτηρεσίου που χρησιμοποιήθηκε. Επίσης, μελέτησαν την επίδραση της διαφορετικής πηγής λιπών του σιτηρεσίου στο προφίλ των λιπαρών οξέων της σάρκας του είδους αυτού. Τα σαλιγκάρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μέσου βάρους 2 g και διατράφηκαν με 4 ισοενεργειακά σιτηρέσια (10,5 KJ/g σιτηρεσίου) που διέφεραν ως προς το επίπεδο της περιεχόμενης πρωτεΐνης 12%, 15%, 18%, 21%.

Από τον Μαρκάκη (1990) γνωρίζουμε ότι στο μυϊκό ιστό του *H. aspersa* η περιεκτικότητα σε ολικά λιπίδια είναι 0,69%. Στην ίδια μελέτη ο συγγραφέας ανέφερε ότι η περιεκτικότητα σε λίπη

στο σώμα του *H. pomatia* ήταν 1,70%. Οι διαφορετικές τιμές λιπιδίων φαίνονται και σε μια άλλη έρευνα των Miletic *et al.* (1991) όπου τα λιπίδια για το συγκεκριμένο είδος σαλιγκαριού έδειξαν ότι είναι 6,65%. Επίσης, οι Milinsk *et al.* (2006), προσπαθήσανε να εξακριβώσουνε την επίδραση της διαφορετικής τροφής, όσον αφορά το περιεχόμενο αυτής σε πρωτεΐνη και λίπος, στη σύνθεση των λιπαρών οξέων στο κρέας του σαλιγκαριού *H. aspersa maxima*. Τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις αποκαλύψανε ότι το κρέας του σαλιγκαριού *H. aspersa maxima* είναι μια πηγή πρωτεΐνης με χαμηλό περιεχόμενο λίπους που έχει σημαντικά λιπαρά οξέα στη σύνθεσή του και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

Οι Miletic *et al.* (1991) παρουσίασανε αποτελέσματα από αναλύσεις σε δύο θαλάσσια οστρακόδερμα (*Venus verucosa* και *Mytilus galloprovincialis*), σε ένα θαλάσσιο σαλιγκάρι (*Monodonta turbinata*) και σε δύο χερσαία σαλιγκάρια (*Helix pomatia* και *Helix nemoralis*), για να προσδιορίσουνε το ποσοστό λίπους, πρωτεϊνών και αμινοξέων. Οι αναλύσεις των λιπιδίων αποκαλύπτουνε μια υψηλή συσχέτιση περιεχομένου χοληστερόλης μεταξύ άλλων προσδιοριζόμενων και μη προσδιοριζόμενων στερολών. Επίσης, αξιόλογης διατροφικής σημασίας είναι το υψηλό περιεχόμενο πολυακόρεστων λιπαρών οξέων με περισσότερα από 20 άτομα άνθρακα. Υπολογιζόμενες από τα αμινοξέα, καθαρές πρωτεΐνες παρουσιάζονται πάνω από 36% και 54% επί της ξηρής ουσίας στα οστρακόδερμα και στα σαλιγκάρια αντιστοίχως.

Τέλος, αξίζει να σημειωθούνε κάποιες σημαντικές παρατηρήσεις που τόνισε ο Gomot (1998). Τα ζώα μικρότερης ηλικίας έχουν μεγαλύτερο ποσοστό λιπιδίων. Η υγρασία του ζωικού ιστού των σαλιγκαριών εξαρτάται κατά μεγάλο βαθμό τόσο από τη θερμοκρασία όσο και από την υγρασία του περιβάλλοντος ανάπτυξής τους.

3.4. Περιεκτικότητα σε τέφρα

Στον Πίνακα 3.10 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε τέφρα στα διάφορα σιτηρέσια Π10%, Π13%, Π16% και Π19%. Το σιτηρέσιο Π10% παρουσίασε μέσο όρο τέφρας $21,27 \pm 1,37\%$. Το σιτηρέσιο Π13% παρουσίασε μέσο όρο τέφρας $23,26 \pm 1,73\%$. Ακολούθως, στο σιτηρέσιο Π16%

βρέθηκε μέσος όρος τέφρας $23,74 \pm 1,6\%$ και τέλος, στο Π19% σιτηρέσιο βρέθηκε μέσος όρος τέφρας $22,93 \pm 0,24\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) στις περιεκτικότητες της τέφρας μεταξύ των τεσσάρων διατροφικών πειραμάτων.

Πίνακας 3.10: Περιεκτικότητα (%) της τέφρας στα σιτηρέσια. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Σιτηρέσια	Τέφρα (%)
Π 10 %	$21,27 \pm 1,37$
Π 13 %	$23,26 \pm 1,73$
Π 16 %	$23,74 \pm 1,60$
Π 19 %	$22,93 \pm 0,24$

Στον Πίνακα 3.11 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε τέφρα στο σώμα των σαλιγκαριών *H. aspersa* που διατράφηκαν με τα διαφορετικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα Ι. Στην ομάδα Π10 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε τέφρα υπολογίστηκε $21,89 \pm 1,21\%$, στην ομάδα Π13 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε τέφρα βρέθηκε $24,19 \pm 0,93\%$. Στην ομάδα Π16, ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε τέφρα μετρήθηκε $24,62 \pm 0,76\%$. Τέλος, στην ομάδα Π19 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε τέφρα υπολογίστηκε $22,80 \pm 1,16\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) στις περιεκτικότητες τέφρας στο σώμα των σαλιγκαριών που διατράφηκαν με τα διαφορετικά σιτηρέσια.

Πίνακας 3.11: Περιεκτικότητα (%) τέφρας στο σώμα των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα Ι. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Πειραματικές σειρές	Τέφρα (%)
10 α	22,75
10 β	21,03
10 γ	-
13 α	24,85
13 β	23,52
13 γ	24,85
16 α	-
16 β	24,08
16 γ	25,15
19 α	-
19 β	22,92
19 γ	22,09
Μέσος όρος Π10	21,89 \pm 1,21
Μέσος όρος Π13	24,19 \pm 0,93
Μέσος όρος Π16	24,62 \pm 0,76
Μέσος όρος Π19	22,80 \pm 1,16

Στον Πίνακα 3.12 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε τέφρα στο σώμα των σαλιγκαριών *H. aspersa* που διατράφηκαν με τα διαφορετικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα ΙΙ. Στην ομάδα Π10 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε τέφρα υπολογίστηκε $10,42 \pm 0,39\%$, στην ομάδα Π13 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε τέφρα βρέθηκε $9,71\%$. Στην ομάδα Π16, ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε τέφρα μετρήθηκε $10,17\%$. Τέλος, στην ομάδα Π19 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε τέφρα υπολογίστηκε $9,63 \pm 0,05\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) στις περιεκτικότητες τέφρας στο σώμα των σαλιγκαριών

που διατράφηκαν με τα διαφορετικά σιτηρέσια.

Πίνακας 3.12: Περιεκτικότητα (%) τέφρας στο σώμα των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα Π. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Πειραματικές σειρές	Τέφρα (%)
10 α	10,43 \pm 0,06
10 β	10,63 \pm 0,74
10 γ	10,20 \pm 0,04
13 α	6,23
13 β	13,07
13 γ	9,85
16 α	9,17
16 β	10,92
16 γ	10,43
19 α	9,15 \pm 0,05
19 β	8,51
19 γ	11,23
Μέσος όρος Π10	10,42 \pm 0,39
Μέσος όρος Π13	9,71
Μέσος όρος Π16	10,17
Μέσος όρος Π19	9,63 \pm 0,05

Ο Μαρκάκης (1990) υποστηρίζει ότι η τέφρα για το συγκεκριμένο είδος σαλιγκαριού είναι 1,42% όσον αφορά στη χημική σύσταση αυτού. Σε μια άλλη έρευνα των Anthony *et al.* (1995) η περιεκτικότητα σε τέφρα αντανakλά τον βαθμό των συστατικών που περιέχονται σε κάθε δείγμα. Για το είδος *Limicolaria aurora* που μελετήθηκε η περιεκτικότητα σε τέφρα ήταν 11,76%.

3.5. Περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες

Στον Πίνακα 3.13 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες στα διάφορα σιτηρέσια Π10%, Π13%, Π16% και Π19% του διατροφικού πειράματος. Το σιτηρέσιο Π10% παρουσίασε μέσο όρο υδατανθράκων $67,96 \pm 1,46\%$. Το σιτηρέσιο Π13% παρουσίασε μέσο όρο υδατανθράκων $60,84 \pm 0,98\%$. Ακολούθως, στο σιτηρέσιο Π16% βρέθηκε μέσος όρος υδατανθράκων $60,84 \pm 0,98\%$ και τέλος, στο Π19% σιτηρέσιο βρέθηκε μέσος όρος υδατανθράκων $57,42 \pm 0,34\%$. Η στατιστική επεξεργασία έδειξε στατιστική διαφορά ($p < 0,05$) στα σιτηρέσια Π10% που είναι περίπου επτά μονάδες υψηλότερο από τα Π13% και Π16%, και στο Π19% που είναι τρεις μονάδες χαμηλότερο από τα Π13% και Π16%.

Πίνακας 3.13: Περιεκτικότητα (%) των υδατανθράκων στα σιτηρέσια. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση ($n=3$).

Σιτηρέσια	Υδατάνθρακες (%)
Π 10 %	$67,96 \pm 1,46$
Π 13 %	$62,56 \pm 0,98$
Π 16 %	$60,84 \pm 0,98$
Π 19 %	$57,42 \pm 0,34$

Στον Πίνακα 3.14 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες στο σώμα των σαλιγκαριών *H. aspersa* στις διάφορες ομάδες και στις επαναλήψεις τους στο διατροφικό πείραμα Ι. Στην ομάδα Π10 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες υπολογίστηκε $27,11 \pm 0,99\%$, στην ομάδα Π13 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες βρέθηκε $17,85 \pm 2,56\%$. Στην ομάδα Π16, ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες μετρήθηκε $14,73 \pm 4,03\%$. Τέλος, στην ομάδα Π19 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες υπολογίστηκε $19,92 \pm 4,46\%$. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά με $p > 0,05$ στις περιεκτικότητες υδατανθράκων στο σώμα των σαλιγκαριών που διατράφηκαν με τα διαφορετικά σιτηρέσια.

Πίνακας 3.14: Περιεκτικότητα (%) υδατανθράκων στο σώμα των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα Ι. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Πειραματικές σειρές	Υδατάνθρακες (%)
10 α	25,99
10 β	27,48
10 γ	27,87
13 α	15,17
13 β	18,10
13 γ	20,27
16 α	19,34
16 β	12,95
16 γ	11,89
19 α	23,08
19 β	16,76
19 γ	-
Μέσος όρος Π10	27,11 \pm 0,99
Μέσος όρος Π13	17,85 \pm 2,56
Μέσος όρος Π16	14,73 \pm 4,03
Μέσος όρος Π19	19,92 \pm 4,46

Στον Πίνακα 3.15 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες στο σώμα των σαλιγκαριών *H. aspersa* στις διάφορες ομάδες και στις επαναλήψεις τους στο διατροφικό πείραμα ΙΙ. Στην ομάδα Π10 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες υπολογίστηκε 16,17 \pm 0,04%, στην ομάδα Π13 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες βρέθηκε 10,56 \pm 2,03%. Στην ομάδα Π16, ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες μετρήθηκε 14,37 \pm 4,41%. Τέλος, στην ομάδα Π19 ο μέσος όρος περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες υπολογίστηκε 16,98 \pm 2,36%. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά με $p > 0,05$ στις περιεκτικότητες

υδατανθράκων στο σώμα των σαλιγκαριών που διατράφηκαν με τα διαφορετικά σιτηρέσια.

Γνωρίζουμε από το Μαρκάκη (1990) ότι η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες στη χημική σύσταση του *H. aspersa* ήταν 3,87%. Σε άλλες εργασίες και για άλλα είδη όπως αυτό του *Limicolaria aurora* έχει βρεθεί ότι η περιεκτικότητα αυτών σε υδατάνθρακες ήταν 27,1% (Anthony *et al.* 1995).

Πίνακας 3.15: Περιεκτικότητα (%) υδατανθράκων στο σώμα των σαλιγκαριών *Helix aspersa* διατρεφόμενα με τα πειραματικά σιτηρέσια στο διατροφικό πείραμα II. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν μέσους όρους \pm τυπική απόκλιση (n=3).

Πειραματικές σειρές	Υδατάνθρακες (%)
10 α	-
10 β	14,58 \pm 0,27
10 γ	17,57 \pm 0,34
13 α	12,83
13 β	8,9
13 γ	9,97
16 α	19,19
16 β	13,42
16 γ	10,52
19 α	19,33 \pm 2,36
19 β	16,11
19 γ	15,51
Μέσος όρος Π10	16,17 \pm 0,04
Μέσος όρος Π13	10,56 \pm 2,03
Μέσος όρος Π16	14,37 \pm 4,41
Μέσος όρος Π19	16,98 \pm 2,36

Από τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας τα μεγαλύτερα ποσοστά

περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία στο σώμα των σαλιγκαριών εμφανίστηκαν για την ομάδα που διατράφηκε με το σιτηρέσιο Π16% με τιμή $27,55 \pm 0,50\%$ για το διατροφικό πείραμα I, όπως και για το διατροφικό πείραμα II με τιμή $29,13 \pm 1,61\%$. Στο πείραμα I, στην ομάδα Π13% παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολικές αζωτούχες βάσεις με τιμή $64,81 \pm 2,07\%$, όπως επίσης και στο διατροφικό πείραμα II με τιμή $77,57 \pm 0,13\%$. Η τιμή $6,98 \pm 1,32\%$ ήταν το μεγαλύτερο ποσοστό για την περιεκτικότητα σε ολικά λιπίδια που βρέθηκαν στο σώμα των σαλιγκαριών της ομάδας Π16 του πειράματος I και ομοίως για το πείραμα II η τιμή βρέθηκε $2,92 \pm 0,27\%$. Όσον αφορά στην περιεκτικότητα της τέφρας, το μεγαλύτερο ποσοστό παρατηρήθηκε για την ομάδα Π16 με τιμή $24,62 \pm 0,76\%$ για το πρώτο πείραμα, ενώ για το πείραμα II το μεγαλύτερο ποσοστό τέφρας παρατηρήθηκε στην ομάδα Π10 με τιμή $10,42 \pm 0,39\%$. Τέλος, η ομάδα Π10 συγκεντρώνει την υψηλότερη τιμή σε υδατάνθρακες που είναι $27,11 \pm 0,99\%$ στο διατροφικό πείραμα I, ενώ αντίθετα στο διατροφικό πείραμα II η ομάδα Π19 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή $16,98 \pm 2,36\%$.

Κατά καιρούς πολλοί έχουν ασχοληθεί με την περιεκτικότητα λιπιδίων, τέφρας, υδατανθράκων και άλλα για πολλά είδη σαλιγκαριών και άλλων ζώων. Για το είδος *Limcolaria aurora* έχει βρεθεί ότι η περιεκτικότητα σε τέφρα, πρωτεΐνη, λιπίδια και υδατάνθρακες ήταν 11,76%, 51,4%, 9,70% και 27,1% αντίστοιχα (Anthony *et al.* 1995). Επίσης, ενδεικτικά αν συγκριθούν τα λιπίδια του *H. aspersa* που βρέθηκαν ότι είναι 2,92% είναι μικρότερα από αυτά που έχουν βρεθεί σε άλλα είδη όπως για το *H. pomatia* που είναι 6,65% και για το *H. nemoralis* που είναι 7,95% (Miletic *et al.* 1991).

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα γενικότερα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης συνοψίζονται στα εξής:

- Η χημική σύσταση του *H. aspersa* επηρεάστηκε από τη σύσταση των πειραματικών σιτηρεσίων με τα οποία διατράφηκαν και η επίδραση αυτή ήταν εμφανής τόσο στα νεαρά άτομα (σωματικού βάρους $0,94 \pm 0,14$ g) όσο και στα ενήλικα άτομα (σωματικού βάρους $4,45 \pm 0,41$ g).
- Ανεξαρτήτως σιτηρεσίου, τα μεγαλύτερα σε μέγεθος σαλιγκάρια, περιείχαν στη σάρκα τους υψηλότερα ποσοστά ξηρής ουσίας (27,1-29,1%), πρωτεΐνης (69,5-77,5%), και μικρότερα ποσοστά λίπους (2,2-2,9%), τέφρας (9,7-10,4%) και υδατανθράκων (10,5-16,9%) σχετικά με τα μικρότερα σε μέγεθος άτομα, τα οποία περιείχαν 22,9-27,5% ξηρή ουσία, 55,1-64,8% πρωτεΐνες, 6,0-6,9% λίπη, 21,9-24,6% τέφρα και 14-27% υδατάνθρακες, αντίστοιχα.
- Η αύξηση του επιπέδου πρωτεΐνης στην τροφή από 10% σε 13% οδήγησε σε στατιστικά σημαντική αύξηση του επιπέδου της σωματικής πρωτεΐνης και στα δύο στάδια ανάπτυξης του *H. aspersa* ενώ,
- πέραν του επιπέδου της τάξης του 13%, η αύξηση της διαιτητικής πρωτεΐνης σε 16% και 19% οδήγησε σε μειούμενα επίπεδα σωματικής πρωτεΐνης.
- Η σταδιακή αύξηση του επιπέδου της πρωτεΐνης από 10 σε 19% δεν επηρέασε την περιεκτικότητα της υγρασίας του σώματος των σιτιζόμενων σαλιγκαριών.
- Οι γνώσεις μας για το μεταβολισμό των πρωτεϊνών στα γαστερόποδα είναι περιορισμένες και περαιτέρω έρευνες χρειάζονται για να διαλευκάνουν τη φυσιολογία θρέψης αυτών των ζώων αυτών.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anthony P. U., Edet O. A. & Ironge E. I. (1995) Nutrients and anti-nutrients in small snails (*Limicolaria aurora*). Department of Chemistry and Biochemistry, University of Uyo, Uyo, Akwa Ibom State, Nigeria. *Food Chemistry*, 53 : 239-241.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990) Official Methods of Analysis (ed. by K. Helrich). AOAC, Arlington, VA, USA, p. 684.
- Cesari P. (1978) La malacofauna del territorio italiano. 1° Contributo: il genere *Helix*, *Conchiglie*. Milano, 14:35.
- Chevalier H. (1976) Réglementation des appellations de vente des escargots comment reconnaître des espèces. *L'escargot ecologist*, No 2: 9.
- Chevalier H. (1978) La consommation des escargots en France. Perspectives de l'heliciculture. Quadernodel 1° Centro di Elicicoltura, Borgo S. D., 7: 37.
- Chevalier H. (1979) Les escargots: un élevage d'avenir. Dargaud éditeur, Paris, Bruxelles, Lausaune, Montreal, p. 12-13.
- Ghiretti F. & Ghiretti-Magaldi (1975) Respiration in V. Fretter & J. Peake (ed.). *Pulmonates*. Vol.1. Functional Anatomy and Physiology. Academic Press, London, New York, San Francisco, p. 33-52.
- Gomot A. (1998) Biochemical composition of *Helix* snails: influence of genetic and physiological factors. *Journal of Molluscan Studies*, 64: 173-181.
- Grandi A. and Panella F. (1978) Composizione chimica e qualità proteica delle carni di *Helix aspersa* (Muller) e di *Helix lucorum* (Muller). Quaderno del 1 centro di elicicoltura. Borgo S.D., 7: 113.
- Karapanagiotidis I.T., Hatzioannou M., Karalazos V., Koufostathi E., Neofitou C., Aifanti S. (in press) Protein requirements of farmed snail *Helix aspersa*. 4th International Symposium on Hydrobiology and Fisheries, 9-11 June, Volos, Greece, Book of Abstracts.

- Kerney M. P. & Cameron R. A. D. (1979) A Field Guide to the LAND SNAILS at Britain and North- west Europe. Collins, London.
- Klessen C. H. (1973) Die proteolytische Aktivität gebräuchlicher Diastasepräparate. *Histochemie*, 33: 291-300.
- Lazaridou –Dimitriadou M. and Kattoulas M. E. (1981) Contribution a l' etude de la biologie et de la croissance des escargots commercialises en Crece: *Eobania vermiculata* (Muller) et *Helix aspersa* (Muller). *Haliotis*, 11: 129- 137.
- Lazaridou-Dimitriadou M. and Kattoulas M.E. (1985) Edible and Commercialized Snails of Greece- Heliciculture. *Haliotis*, 11: 129–137.
- Miletic I., Miric M., Lalic Z. and Sobajic S. (1991) Composition of lipids and proteins of several species of mollusks, marine and terrestrial, from the Adriatic sea and Serbia. *Food Chemistry*, 41: 303-308.
- Milinsk M. C., Padre R. G., Hayashi C., Celestino de Oliveira C., Visentainer J. V., Evelázio de Souza N. and Matsushita M. (2006) Effects of feed protein and lipid contents on fatty acid profile of snail (*Helix aspersa maxima*) meat. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 212-216.
- Milinsk M. C., Padre R. G., Hayashi C., Evelázio de Souza N. and Matsushita M. (2003) Influence of diets enriched with different vegetable oils on the fatty acid profiles of snail *Helix aspersa maxima*. *Food Chemistry*, 82: 553-558.
- Nawratil O. (1978) Zur zucht der Weinberg Schnecke. *Quadeirno del 1° Centro di Elicicoltura*. Borgo S. D. n., 7:29.
- NRC (National Research Council) (1993) Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC, 114 p.
- Özogul Y., Özogul F. and Olgunoglu A. I. (2005), Fatty acid profile and mineral content of the wild snail (*Helix pomatia*) from the region of the south of the Turkey. *Eur Food Res Technol* , 221: 547–549.

- Rousselet M. (1976) L'escargot et l'heliciculture. These pour le doctorat vétérinaire. Ecole Nationale vétérinaire d'Alfort. Paris.
- Simkiss K. & Wilbur K. M. (1977) The molluscan epidermis and its secretions. In Comparative Biology of Skin (Edited by Spearman R.I.C.), p. 35-76. Academic Press, London.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ελευθερουδάκης 1927. Εγκυκλοπαιδικόν Λεξικόν. Τόμος 8^{ος} σελ. 142. Εκδόσεις Ελευθερουδάκη. Αθήνα.
- Λαζαρίδου- Δημητριάδου Μ. (1982). Σημειώσεις από τα μαθήματα της Γεωπονικής Ζωολογίας. Μέρος 1 Ασπόνδυλα. Θεσσαλονίκη, σελ: 160-182.
- Μαρκάκης Σ. (1990). Το σαλιγκάρι και η εκτροφή του. 2^η έκδοση. Χρονοπρές Α.Ε., Αθήνα.
- Νεοφύτου Χρ. και Χατζηϊωάννου Μ. (2008). Καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών των εκτρεφόμενων σαλιγκαριών *Helix aspersa*. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Πυθαγόρας Π. (Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. II).
- Τσιγουρή Α.Δ. (1983). Έρευνα της Υγιεινολογικής κατάστασης ζωντανών και επεξεργασμένων – καταψυγμένων σαλιγκαριών. Τομέας Υγιεινής και Τεχνολογίας Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης, Κτηνιατρικό τμήμα, Α.Π.Θ.
- Χατζηϊωάννου Μ. (2007). Πανεπιστημιακές παραδόσεις του μαθήματος Εκτροφή Γαστεροπόδων Αμφιβίων και Ερπετών. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cheney S. (1988). Raising Snails. United States Department of Agriculture. Maryland, The National Agricultural Library. http://www.totse.com/en/technology/science_technology/snails.html.
- INPN (2007). Inventaire National du Patrimoine Naturel (MNHN). Official Du Museum National D' Histoire Naturelle. <http://www.mnhn.fr>
- Digital Zoology. The McGraw-Hill Companies
- <http://www.gireaud.net/especes.htm>
- Murphy B. (2001). Breeding and Growing Snails Commercially in Australia. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC Publication No. 00-188. <http://www.rirdc.gov.au/reports/NAP/00-188.html>.

6. Abstract

The protein constitutes the major nutrient for the body growth of animal organisms. However, digestion and metabolism of proteins are not completely studied in gastropods. The aim of the present undergraduate dissertation was to investigate the effect of increasing dietary levels of protein in the proximate composition of snail *Helix aspersa*. Such knowledge will enlighten part of protein metabolism in gastropods and will provide specific information about the transportation and storage of dietary protein in their body. For this purpose a number of chemical analyses were undertaken to measure the moisture/dry matter content, the crude protein, crude fat and ash in samples of snails belonging to two different stages of development (age 12-17 days and 75 days, respectively) that were previously fed with isoenergetic diets which differed in the level of the administered protein: protein levels of 10%, 13%, 16% and 19% of the ration. In the first nutritional experiment the number of snails were 180, their age of 12-17 days and mean body weight of 0.20 ± 0.01 g. The snails were placed in plastic cages (9l capacity each) at a density of 15 animals per cage and were separated into three different groups with three replicates for each dietary group. Each group fed with the four different diets. The feeding frequency was twice a week at saturation level and the total duration of the experiment was 49 days. In the second nutritional experiment a total number of 120 snails were used, at the age of 75 days and means of body weight of 2.13 ± 0.01 g. The snails were placed in plastic cages (9l capacity each) at a ratio of 10 animals per cage and were separated into four different groups with three replicates for each dietary group. Each group fed with the four different diets. The feeding frequency was twice a week at saturation level and the total duration of experiment was 49 days. At the end of the nutritional experiments, the snails de-shelled and their bodies placed in airtight plastic bags and kept frozen at -20°C . For the chemical analysis of their body nutrient composition, due to the small amount of available tissue from each snail, the bodies were grouped and homogenized per cage. Three samples per homogenate sample were used / nine samples from each dietary group. The chemical composition of *H. aspersa* was influenced by the

experimental diet composition and the effect was evident both among young individuals (weight 0.94 ± 0.14 g) and adults (weight 4.45 ± 0.41). Regardless of diet, the larger snails contained in their flesh higher rates of dry matter (27.1-29.1%), protein (69.5-77.5%), and lower rates of fat (2.2-2.9%), ash (9.7-10.4%) and carbohydrates (10.5-16.9%) compared to smaller individuals, which contained 22.9-27.5% dry matter, 55.1-64.8% proteins, 6.0-6.9% fat, 21.9-24.6% ash and 14-27% carbohydrates, respectively. Increasing dietary protein from 10% to 13% resulted in a statistically significant increase in body protein at both developmental stages of *H. aspersa* but any further increase of dietary protein above 13%, i.e. 16% and 19% led to declining levels of body protein. The gradual increase of protein in the ration from 10% to 19% did not affect the moisture content of the body. Our knowledge about the protein metabolism in gastropods is limited and further research is needed to clarify the nutritional physiology of these animals.